

PUBLICATION NUMBER : 2000263124
PUBLICATION DATE : 26-09-00

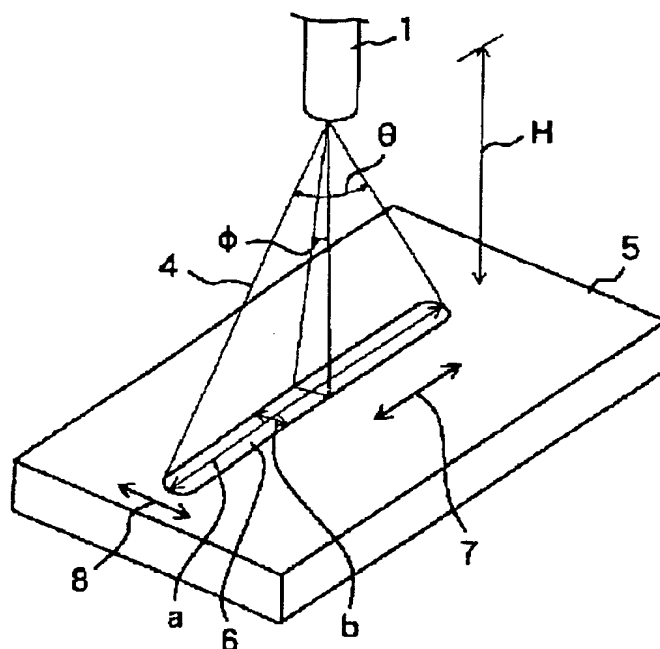
APPLICATION DATE : 15-03-99
APPLICATION NUMBER : 11068526

APPLICANT : SPRAYING SYST JAPAN KK;

INVENTOR : OTAKE YUICHI;

INT.CL. : B21B 45/08

TITLE : DESCALING NOZZLE AND
DESCALING METHOD



ABSTRACT : **PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the erosion capacity of a descaling nozzle, to reduce scale flaws of a high-Si steel, and to prevent the nozzle breakage caused by the rebound flow on the surface of a steel plate by providing an expansion of the discharge direction of a discharge flow in the width direction in a plane perpendicular to the axis of the nozzle, and providing a specified erosion thickness angle in the thickness direction perpendicular to the width direction.

SOLUTION: In a descaling nozzle 1, water is discharged from a nozzle 1 at the discharge pressure of ≥ 40 MPa, and collided with a surface of a steel plate 5 at the distance of ≤ 150 mm from a discharge port 2 to the steel plate 5 to remove scales. The discharge direction of the discharge flow is preferably expanded in the width direction 7 in the plane perpendicular to the axis of the nozzle, and the erosion thickness angle ϕ of 1.5 to 2.5° is preferably provided in the thickness direction 8 perpendicular to the width direction 7. The erosion thickness b mm of the jet is the thickness when the jet is ejected for 30 seconds against an Al grounded surface, and the erosion thickness angle ϕ° is calculated by the formula $\phi = 2 \tan^{-1} \{(b - d_s) / 2H\}$, where b is the erosion thickness, d_s is the minor diameter of the nozzle discharge hole, and H is the jet distance.

COPYRIGHT: (C)2000,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-263124

(P2000-263124A)

(43) 公開日 平成12年9月26日 (2000.9.26)

(51) Int.Cl.⁷

B 2 1 B 45/08

識別記号

F I

B 2 1 B 45/08

テ-マ-ト* (参考)

F

B

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平11-68526

(22) 出願日 平成11年3月15日 (1999.3.15)

(71) 出願人 000006655

新日本製鐵株式会社

東京都千代田区大手町2丁目6番3号

(71) 出願人 000107767

スプレーイングシステムスジャパン株式会社

東京都品川区東五反田5丁目10番18号

(72) 発明者 村上 英樹

富津市新富20-1 新日本製鐵株式会社技術開発本部内

(74) 代理人 100067541

弁理士 岸田 正行 (外2名)

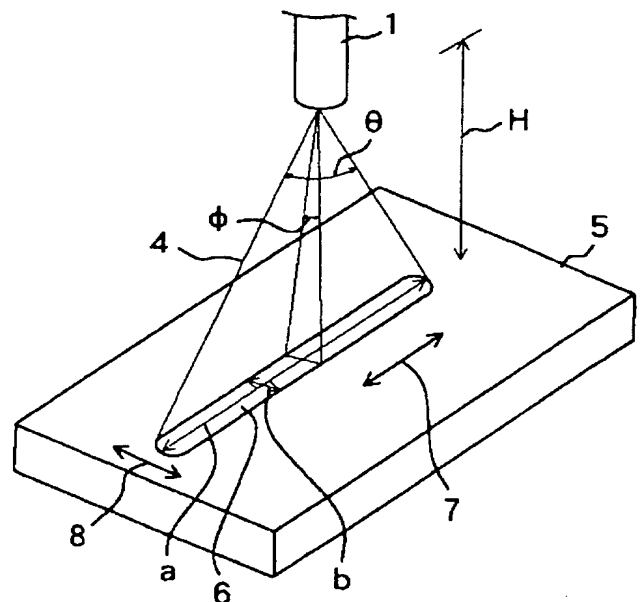
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 デスケーリングノズル及びデスケーリング方法

(57) 【要約】

【課題】 高S i 鋼のスケール疵の低減を図るとともに、ノズル破損を防止することのできるデスケーリングノズル及びデスケーリング方法を提供する。

【解決手段】 吐出圧力40MPa以上の圧力でノズル1から水を吐出させ、吐出孔2から鋼板5までの距離150mm以下で鋼板の表面に衝突させてスケール除去を行うためのデスケーリングノズルであって、吐出流4の吐出方向はノズル軸心に垂直な面内の1方向（以下「幅方向7」という）に広がりをも有し、該幅方向と垂直な方向（以下「厚み方向8」という）に1.5〜2.5°の範囲の塊食厚み角度φを有することを特徴とするデスケーリングノズル。同じく吐出孔2の上流側に径拡大部3を有し、該径拡大部3の内径Dが吐出孔2の短径d sの7〜10倍であり、該径拡大部の長さLは100mm以上であることを特徴とするデスケーリング用フラットスプレーノズル。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 吐出圧力40MPa以上の圧力でノズルから水を吐出させ、吐出孔から鋼板までの距離150mm以下で鋼板の表面に衝突させてスケール除去を行うためのデスケリングノズルであって、吐出流の吐出方向はノズル軸心に垂直な面内の1方向（以下「幅方向」という）に広がりをもつ、該幅方向と垂直な方向（以下「厚み方向」という）に1.5°～2.5°の範囲の壊食厚み角度を有することを特徴とするデスケリングノズル。

【請求項2】 吐出圧力40MPa以上の圧力でノズルから水を吐出させ、吐出孔から鋼板までの距離150mm以下で鋼板の表面に衝突させてスケール除去を行うためのデスケリング用フラットスプレーノズルであって、吐出孔の上流側に径拡大部を有し、該径拡大部の内径が吐出孔の短径の7～10倍であり、該径拡大部の長さLは100mm以上であることを特徴とするデスケリング用フラットスプレーノズル。

【請求項3】 高Si鋼の熱間圧延において、請求項1又は2に記載のデスケリングノズルを用い、吐出孔から鋼板までの距離を75～150mmとして、吐出圧力40MPa以上の圧力でノズルから水を吐出させて鋼板表面のデスケリングを行うことを特徴とするデスケリング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、鋼を熱間圧延する際の圧延材表面のスケールを除去するためのデスケリングノズル及び該デスケリングノズルを用いたスケールの除去方法に関するものであり、特にSi含有量が多い鋼を熱間圧延する際のデスケリングノズル及びスケール除去方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】鋼の熱間圧延に際しては、圧延に先立って鋼片を加熱炉に装入して1100～1400℃の高温に加熱する。加熱炉内は酸化雰囲気なので、加熱中に鋼片の表面は酸化され、スケールが生成する。スケールは酸化鉄を主体とし、加熱炉から抽出された時点での鋼片表面のスケールの厚さは1～2mmに達する。このスケールが鋼片表面に付着したままで圧延を行うと、圧延材の表面にスケールが食い込み、スケール疵として残存する。このスケール疵の発生を防止するため、従来から圧延前の鋼板表面に100～150kg/cm²の圧力で水を噴射してスケールを除去する方法が知られている。

【0003】しかし、スケールの剥離のしやすさは鋼の成分によっても異なり、特にSi含有量が多い鋼に生成するスケールは、非常に剥離しにくいことが知られている。この理由は、スケール生成の際にファイアライト（Fe₃SiO₄）が生成し、スケールと鋼との界面が複雑に入り組んだ特有の構造が形成されるからである。こ

のような構造のスケールが生成する鋼を熱間圧延する場合には、上記のスケール除去方法ではスケールを十分に除去することができず、圧延後の製品表面にスケール疵が残存し、製品欠陥の原因となる。

【0004】高Si鋼の上記問題を解決するため、吐出圧力30MPa以上の高圧水を噴射してスケールを除去する方法が提案されている。特開平8-24937号公報では、吐出圧力300～1000kg/cm²（30.6～1020MPa）、吐出圧力×吐出量（kg/cm²×リットル/cm²）≧0.8/（wt%Si）でノズルから吐出させた液体の流れのうち液滴領域で生成した液滴を鋼板表面に衝突させて清浄にする鋼板表面の清浄方法が記載されている。ノズルにはフラットスプレーノズルを用い、吐出流の広がり幅方向を熱延材の幅方向に設置し、噴射した水を熱延材の幅方向に広げている。

【0005】高圧水を噴射して噴流の壊食作用によってスケールを除去する方法においては、ノズルと鋼板表面との距離（噴射距離）によって壊食量にピークが生じる。最適な噴射距離においては、噴流が液滴に分離し、各液滴が鋼板表面に衝突したときに液滴の急圧縮により衝撃波を発生し、この衝撃波による水撃作用によって被衝突材を壊食する。一方、噴射距離が該最適噴射距離より短すぎると、噴流が十分に液滴に分離していないので壊食量が低減し、また噴射距離が該最適噴射距離より長すぎると、液滴がさらに微細に分離して噴霧化し、壊食量の低減を招くこととなる。前記特開平8-24937号公報においては、ノズルと鋼板表面との距離の上限及び下限を吐出圧力とノズルの広がり角度との関数として規定している。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】以上のような高圧水を用いるスケール除去方法により、従来の低圧水によるスケール除去方法に比較するとスケール除去能力が向上し、高Si鋼においてもスケール疵を低減することができるようになった。しかし、高Si鋼のスケールを十分に除去するためには従来のデスケリングノズルではまだ十分ではなかった。また、ノズルと鋼板表面との距離を広げると壊食量が低減するため、該距離を短くせざるを得ない。そのため、鋼板表面での噴流の跳ね返り流によってノズルが破損するという問題、あるいは鋼板が波打っている場合にその鋼板がノズルに接触してノズルを破損するという問題があった。

【0007】本発明は、デスケリングノズルの壊食能力を向上して高Si鋼のスケール疵の一層の低減を図るとともに、鋼板表面での跳ね返り流によるノズル破損を防止し、また鋼板が波打っている場合にその鋼板の接触によるノズル破損を防止することのできるデスケリングノズル及びデスケリング方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】即ち、本発明の第1の特徴は、吐出圧力40MPa以上の圧力でノズル1から水を吐出させ、吐出孔2から鋼板5までの距離150mm以下で鋼板の表面に衝突させてスケール除去を行うためのデスケーリングノズルであって、吐出流の吐出方向はノズル軸心に垂直な面内の1方向（以下「幅方向7」という）に広がりをもつ、該幅方向と垂直な方向（以下「厚み方向8」という）に1.5°～2.5°の範囲の壊食厚み角度 ϕ を有することを特徴とするデスケーリングノズルにある。

【0009】本発明において、噴流の壊食厚み b （mm）は、アルミニウムJIS-5050の研磨面に30秒間噴射を行い、壊食された部位の厚み b である（図5）。また、壊食厚み角度 ϕ （°）は、壊食厚み b （mm）とノズル吐出孔短径 d_s 、噴射距離 H （ノズル-鋼板距離）とから以下の式で算出する。

$$\phi = 2 \tan^{-1} \{ (b - d_s) / 2H \}$$

フラットスプレーノズルを用いて鋼板5に吐出流4を噴射する状況を図5に示す。高圧水を用いたスケール除去においては、ノズル1からの適切な噴射距離 H において吐出流4が最適な直径の液滴となるとともに、ひとつひとつの液滴が鋼板衝突時に液滴の急圧縮により衝撃波を発生し、この衝撃波による水撃作用で被衝突材を壊食する必要がある。ところが、吐出流4の同一流線上の前後に近接して液滴が存在すると、前側の液滴が鋼板表面に存在するうちに後ろ側の液滴が衝突するため、後ろ側の液滴は急圧縮による衝撃波を発生することができず、有効な壊食作用を発揮することができない。従来のフラットスプレーノズルによるスケール除去においては、液滴径が最適となる噴射距離 H において、噴流領域の液相化率が十分に低下しておらず、液滴の存在密度が高すぎ、すべての液滴が有効な壊食作用を発揮していないことを本発明者らは明らかにした。

【0010】フラットスプレーノズルの幅方向の広がり角度 θ を大きくすれば、同一噴射距離 H において噴流領域の液相化率を低下することはできる。しかし、広がり角度 θ が大きすぎると、幅方向外側の領域においては吐出流速の鋼板表面垂線成分が減少し、該幅方向外側領域での壊食量の低下という弊害が発生する。

【0011】本発明においては、吐出流の厚み方向8の壊食厚み角度 ϕ を増大することにより、液滴径が最適となる噴射距離 H において、噴流領域の液相化率が十分に低下する。その結果、吐出流4の同一流線上の前後に近接して存在する液滴を低減することができ、すべての液滴が有効な壊食作用を発揮することができる。これにより、壊食量が最大になる噴射距離 H における壊食量ピークの値を増大することができるとともに、必要な壊食量を得ることができる噴射距離の範囲を増大することができた。その結果、必要な壊食量を確保しつつノズル1と鋼板5との間の距離を広げることが可能になり、鋼板か

らの噴流の跳ね返り流によるノズルの破損及び鋼板が波打っている場合にその鋼板の接触によるノズルの破損を防止することができるようになった。

【0012】従来一般に用いられていた鋼板のデスケーリングにおいては、スケールを破壊するためには鋼板表面における衝突噴流の水量密度を高める方が有利であり、そのためにはフラットスプレーノズルを使用する場合は噴流の壊食厚み角度 ϕ は薄い方が良好なスケール除去ができると考えられていた。本発明は、吐出圧力40MPa以上の高圧で、かつノズル鋼板距離が150mm以下の場合のデスケーリングにおいては、逆に噴流の壊食厚み角度 ϕ を厚くした方が良好なスケール除去ができることを見出したところにその特徴がある。

【0013】本発明の第2の特徴は、吐出圧力40MPa以上の圧力でノズル1から水を吐出させ、吐出孔2から鋼板5までの距離150mm以下で鋼板の表面に衝突させてスケール除去を行うためのデスケーリング用フラットスプレーノズルであって、吐出孔2の上流側に径拡大部3を有し、該径拡大部3の内径 D が吐出孔2の短径 d_s の7～10倍であり、該径拡大部の長さ L は100mm以上であることを特徴とするデスケーリング用フラットスプレーノズルにある。

【0014】従来のフラットスプレーノズルにおいては、吐出孔2の形状を長径/短径比の大きい楕円形状とし、吐出孔の上流側に整流器を配置したノズルが用いられていた。整流器としては、スタビライザーを用いたもの、あるいは単純に内径が8～14mm程度の拡大部を有するのみのものなどが知られている。このようなスプレーノズルを用いることにより、噴流の幅方向7には10°～50°の広がり角度 θ を有し、噴流の厚み方向8には1.5°未満の厚み角度 ϕ の吐出流4が実現していた。吐出圧力40MPa以上の高圧デスケーリングノズルにおいても同様であった。

【0015】本発明のノズルを図4に示す。

【0016】本発明においては、吐出孔2の上流側に径拡大部3を設け、径拡大部3の内径 D が吐出孔の短径 d_s の7～10倍であり、径拡大部3の長さ L は100mm以上とすることにより、壊食量が最大になる噴射距離 H における壊食量を増大することができるとともに、必要な壊食量を得ることができる噴射距離の範囲を増大することができた。本発明の吐出孔2の上流側に径拡大部3を設けたデスケーリングノズル1においては、吐出流4の厚み方向8の厚みが従来のフラットスプレーノズルに比較して厚くなっており、それがために液滴径が最適となる噴射距離において、噴流領域の液相化率が十分に低下し、上記第1の構成の発明と同様の理由によってほとんどの液滴が有効な壊食作用を発揮するようになったものと推定できる。幅方向7に広がりをもつ吐出流4の幅方向7の任意の位置において吐出流の壊食厚み b が増大しており、本発明の壊食作用の向上効果は吐出流の

いずれの幅方向位置においても享受することができる。

【0017】本発明の第3の特徴は、高Si鋼の熱間圧延において、上記第1又は第2の発明のデスケーリングノズルを用い、吐出孔から鋼板までの距離（噴射距離H）を75～150mmとして、吐出圧力40MPa以上の圧力でノズルから水を吐出させて鋼板表面のデスケーリングを行うことを特徴とするデスケーリング方法にある。

【0018】上記第1又は第2の発明のデスケーリングノズルの使用方法である。吐出圧力を40MPa以上、噴射距離Hを150mm以下として本発明のデスケーリングノズルの性能を発揮する。更に、噴射距離Hを75mm以上とすることにより、鋼板表面で反射した噴流がノズル1に衝突してノズルを破損することを防止でき、また鋼板が波打っている場合にその鋼板5がノズル1に接触してノズルを破損することを防止できる。

【0019】

【発明の実施の形態】スプレーノズル1の吐出孔2としては、従来のフラットスプレーノズルと同様、長径／短径比が1.4～1.8の楕円形状の吐出孔2を用いることができる。長径／短径比を選択することによって噴流の幅方向の広がり角度を調整することができる。広がり角度 θ は、20～40°の範囲が好適である。20°未満ではスケール除去のためのカバー範囲が小さく、近接ノズルとしては不適であり、40°を超えると噴流の幅方向両端で衝突流速の鋼板表面垂線成分が小さくなり、十分なスケール除去能力を発揮できない。吐出孔2の断面積は、必要な吐出流量を確保できるように選択することができる。通常は吐出孔2の断面積は18～70mm²の範囲から選択する。

【0020】スプレー水の吐出圧力は40～100MPaの範囲とすることが好ましい。40MPa未満では、1%以上のSiを含有する鋼材のスケール除去に十分な衝撃破壊力を得ることが難しいためであり、100MPaを超えると破壊力が大きすぎて均一性を得ることが難しくなるからである。

【0021】本発明のスプレーノズル1を用いてアルミ板の塊食量を評価した結果をもとに、本発明の実施の形態を説明する。

【0022】吐出孔2には、短径2.6mm、長径3.8mmの楕円形の吐出孔2を用い、吐出孔2の上流側の径拡大部3として径拡大部内径6～25mm、径拡大部長さ150mmのものをを用いた。吐出圧力は45MPaとし、吐出流量は110リットル／分、噴流の広がり角度 θ は30°であった。このスプレーノズルを用い、径拡大部3の内径及び吐出孔2とアルミ板との間の距離（噴射距離H）を種々変更して噴流の塊食厚みbを測定した。噴流の塊食厚みb（mm）は、アルミニウムJIS-5050の研磨面に30秒間噴射を行い、塊食された部位の厚みを測定することで評価した。また、塊食厚

み角度 ϕ （°）は、塊食厚みb（mm）とノズル吐出孔短径ds、噴射距離Hとから以下の式で算出することができる。

$$\phi = 2 \tan^{-1} \{ (b - d_s) / 2H \}$$

図1に吐出流の厚み方向Sの塊食厚み角度 ϕ と塊食量との関係を示す。塊食厚み角度1°前後が従来例（径拡大部内径14mm程度）である。塊食厚み角度 ϕ を1.5～2.5°とすることにより塊食量が增大することがわかる。塊食厚み角度 ϕ を3°程度まで広げると塊食深さが減少し、塊食量は逆に低下する傾向が見られた。

【0023】図2、3にノズル1の径拡大部内径／吐出孔短径比（D/ds）と塊食量との関係を示す。径拡大部内径／吐出孔短径比が本発明範囲の7～10倍において塊食量が改善され、従来例（径拡大部内径／吐出孔短径比が5.4）に比較して高い値を示す。

【0024】径拡大部3の長さLは100～300mmとすることが好ましい。100mm未満では、径拡大部の効果が十分発揮されず、ノズル厚み方向の広がり角が不十分であり、300mmを超えて長く設けてもその効果は増大されないためである。

【0025】本発明のデスケーリングノズル1を用いて鋼板のデスケーリングを行う場合、吐出孔2と鋼板5表面との距離（噴射距離H）は150mm以下とする。高圧水噴射における液滴の衝撃力を利用するデスケーリングにおいて、噴射距離Hが150mmを超えると液滴が小径化してしまい、必要な衝撃力が得られないからである。一方、噴射距離Hが過度に短いと有効な液滴が形成されず、衝撃力が得られないので、噴射距離Hは最短でも75mm以上が必要である。好ましくは、噴射距離Hは100mm以上とする。噴射距離Hを長くすると、鋼板表面で反射した噴流がノズルに衝突してノズルを破損することを防止でき、また鋼板が波打っている場合にその鋼板がノズルに接触してノズルを破損することを防止できる。そして、本発明のデスケーリングノズル1においては、上記アルミ板塊食量の結果から明らかなように衝撃力を確保できる噴射距離Hの範囲が広いので、噴流距離を100mm以上としても十分にデスケーリング能力を保持することができる。

【0026】本発明のスケール除去を行う際の鋼材表面温度には特に制限はなく、一般的には、950℃～1100℃でスケール除去が行われている。

【0027】本発明において、高Si鋼とは鋼中のSi含有量が0.5重量%以上のものをいう。0.5重量%未満では、熱間圧延におけるスケールの除去状況がSiを含有しない一般の鋼とかわからないからである。

【0028】

【実施例】本発明のデスケーリングノズルを用いて、Si含有量1～2%の高Si鋼の熱間圧延について、鋼板のデスケーリングを実施した。圧延に用いた鋼片サイズは、長さ8500mm前後、幅は600～1500mm

m、厚みは約240mmである。本発明のスケール除去は仕上圧延前に実施し、そのときの鋼板厚みは約40mmである。

【0029】

【表1】

	No.	鋼板		吐出	吐出	噴射	広がり	厚み	D/ds	移動	スケール
		Si 含有量 %	表面 温度 ℃	P MPa	流量 Q l/min /本	距離 H mm	角度 θ °	角度 ϕ °	—	速度 W m/min	残存率 %
本 発 明 例	1	1	1170	40	104	150	30	1.7	7	51	○(<5)
	2	1	1151	45	111	150	30	1.8	7	60	○(<5)
	3	1	1165	50	117	100	30	1.7	7	110	○(<5)
	4	0.9	1167	40	92	100	25	1.9	8	85	○(<5)
	5	1.2	1150	50	102	150	25	2	8	60	○(<5)
	6	1.2	1170	45	135	75	30	1.9	7.6	120	○(<5)
	7	1.2	1148	50	150	150	30	2.1	7.6	85	○(<5)
	8	0.7	1168	40	46	150	30	2.4	9.4	40	○(<5)
	9	0.9	1152	50	58	125	30	2.4	9.4	50	○(<5)
比 較 例	10	1	1170	40	104	150	30	1.1	5.4	52	40
	11	1	1150	50	117	100	30	0.73	3.9	105	20
	12	1.2	1166	45	135	100	30	0.91	4.8	120	25
	13	1.2	1155	50	150	150	30	1.3	4.8	100	15
	14	0.9	1158	45	55	150	30	0.9	11.5	50	35
	15	0.9	1169	50	58	150	30	1.1	11.5	50	70

【0030】製造条件、使用したデスケリングノズル1の諸元、及び処理結果を表1に示す。表1のNo. 1～9が本発明例である。本発明範囲内使用条件でのデスケリングノズルを使用することにより、スケール残存率はいずれも5%以下と良好な結果を得ることができた。

【0031】No. 10～15が比較例である。No. 10～13は径拡大部の内径Dが吐出孔の短径dsの7倍未満であり、No. 14、15は径拡大部の内径Dが吐出孔の短径dsの10倍を超えており、そのためいずれも喰食厚み角度 ϕ が1.5°未満となり、スケール残存率を改善することができなかった。

【0032】

【発明の効果】吐出圧力40MPa以上の圧力でノズルから水を吐出させ、吐出孔から鋼板までの距離150mm以下で鋼板の表面に衝突させてスケール除去を行うためのデスケリングノズルにおいて、1.5°～2.5°の範囲の厚み角度 ϕ を有することにより、あるいは吐出孔の上流側に径拡大部を有し、該径拡大部の内径が吐出孔の短径の7～10倍であり、該径拡大部の長さLは100mm以上とすることにより、デスケリングノズルのデスケリング能力を向上し、また必要なデスケリング能力を有する噴射距離範囲を拡大することができた。これにより、高Si鋼の熱間圧延におけるスケール疵の改善を図るとともに、ノズルと鋼板表面との距離を従来よりも大きくすることにより、デスケリングノズルの寿命を延長することができた。

【図面の簡単な説明】

【図1】デスケリングノズルの喰食厚み角度と喰食量の関係を示す図である。

【図2】デスケリングノズルの噴射距離、径拡大部寸法D/dsと喰食量の関係を示す図である。

【図3】デスケリングノズルの径拡大部寸法D/dsと喰食量の関係を示す図である。

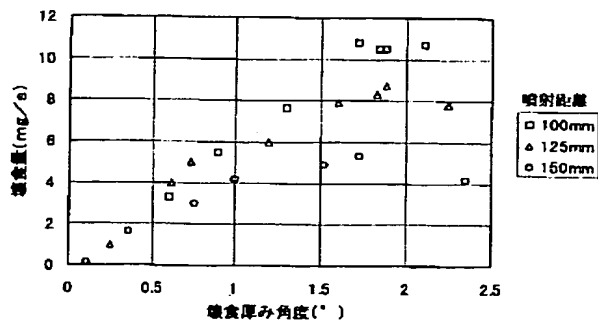
【図4】本発明のデスケリングノズルを示す図であり、(a)は正面図、(b)は断面図である。

【図5】デスケリングノズルから鋼板に水を噴射している状況を示す斜視図である。

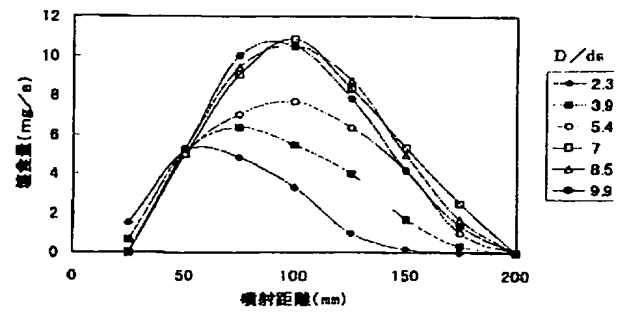
【符号の説明】

- 1 ノズル
- 2 吐出孔
- 3 径拡大部
- 4 吐出流
- 5 鋼板
- 6 吐出流衝突部
- 7 幅方向
- 8 厚み方向
- H 噴射距離
- L 径拡大部長さ
- D 径拡大部内径
- ds 吐出孔短径
- a 噴流幅
- b 喰食厚み
- θ 広がり角度
- ϕ 喰食厚み角度

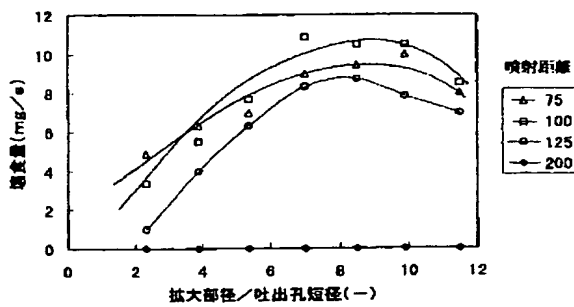
【図1】



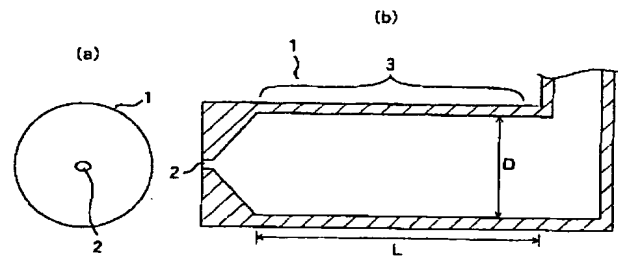
【図2】



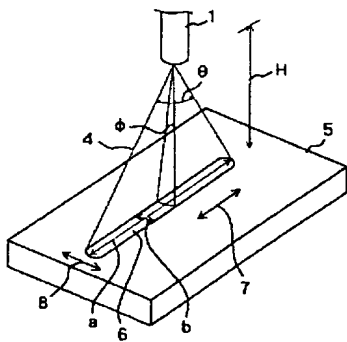
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(72) 発明者 大竹 勇一
千葉県八日市場市みどり平2-4 スプレ
ーイングシステムスジャパン株式会社八日
市場工場内

BEST AVAILABLE COPY